

HENRY

Hydraulic Engineering Repository

Ein Service der Bundesanstalt für Wasserbau

Conference Paper, Published Version

Hofmann, Wolfgang

Konzept für die Instandhaltung der Wehre am Main

Verfügbar unter/Available at: <https://hdl.handle.net/20.500.11970/102017>

Vorgeschlagene Zitierweise/Suggested citation:

Hofmann, Wolfgang (2011): Konzept für die Instandhaltung der Wehre am Main. In: Bundesanstalt für Wasserbau (Hg.): Instandhaltung von Verkehrswasserbauwerken. Karlsruhe: Bundesanstalt für Wasserbau. S. 14-21.

Standardnutzungsbedingungen/Terms of Use:

Die Dokumente in HENRY stehen unter der Creative Commons Lizenz CC BY 4.0, sofern keine abweichenden Nutzungsbedingungen getroffen wurden. Damit ist sowohl die kommerzielle Nutzung als auch das Teilen, die Weiterbearbeitung und Speicherung erlaubt. Das Verwenden und das Bearbeiten stehen unter der Bedingung der Namensnennung. Im Einzelfall kann eine restriktivere Lizenz gelten; dann gelten abweichend von den obigen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

Documents in HENRY are made available under the Creative Commons License CC BY 4.0, if no other license is applicable. Under CC BY 4.0 commercial use and sharing, remixing, transforming, and building upon the material of the work is permitted. In some cases a different, more restrictive license may apply; if applicable the terms of the restrictive license will be binding.



Konzept für die Instandhaltung der Wehre am Main

Dipl.-Ing. W. Hofmann (WSD Süd)

Seit 1925 wurden am Main insgesamt 34 Wehranlagen zur Stauregulierung errichtet.

Die meisten (29) Wehranlagen besitzen 3 Wehrfelder, 4 Wehranlagen besitzen nur 2 Wehrfelder während 1 Wehranlage 5 Felder aufweist.

In den 100 Wehrfeldern wurden unterschiedliche Verschlussysteme eingebaut.

Als Wehrverschluss werden überwiegend Walzen (64 Stk.) verwendet, wobei Versenkwalzen meist zur Feinregulierung des Wasserstandes herangezogen werden und Normalwalzen zur Staustützung dienen.

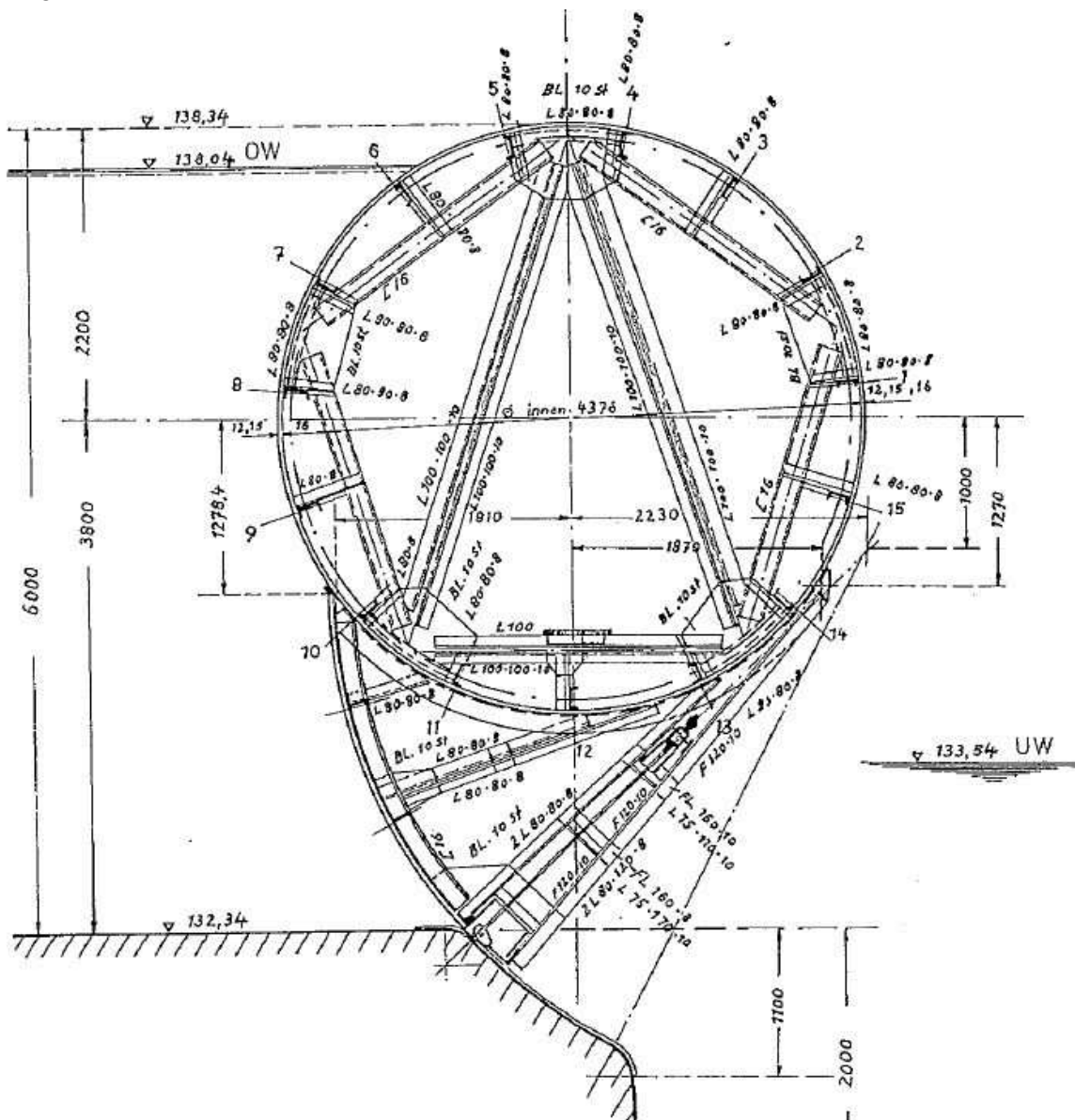


Abb. 1: Beispiel für Versenkwalze (Wehr Eichel)

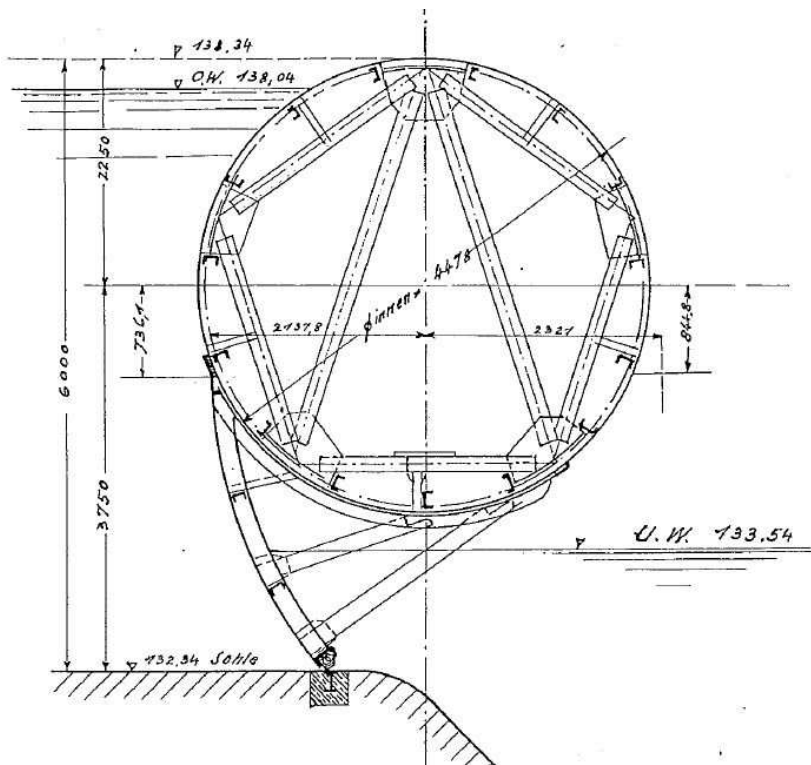


Abb. 2: Beispiel für Normalwalze (Wehr Eichel)

Es sind aber auch verschiedene Schützkonstruktionen (25 Stk. Dreigurt-, Viergurt-, Kastenschütz jeweils mit Aufsatzklappe, Versenkschütz) eingesetzt.

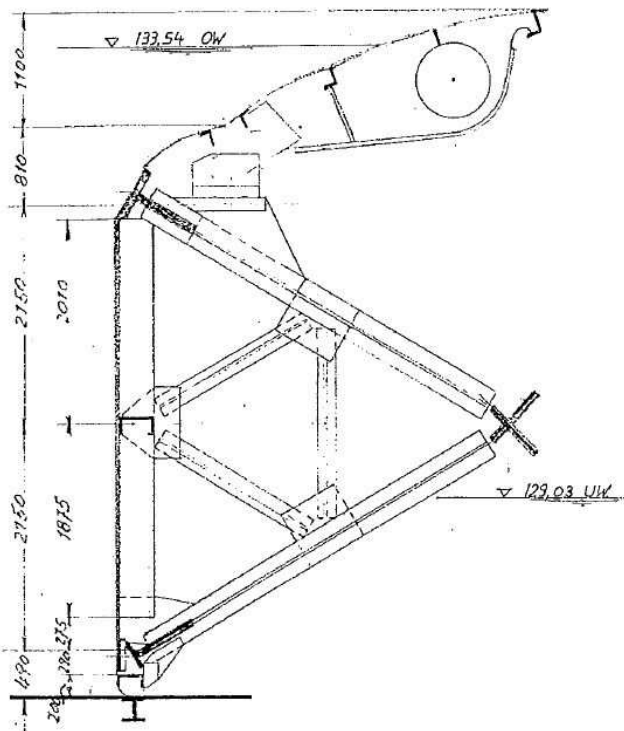


Abb. 3: Beispiel für Dreigurtschütz mit Aufsatzklappe (Wehr Faulbach)

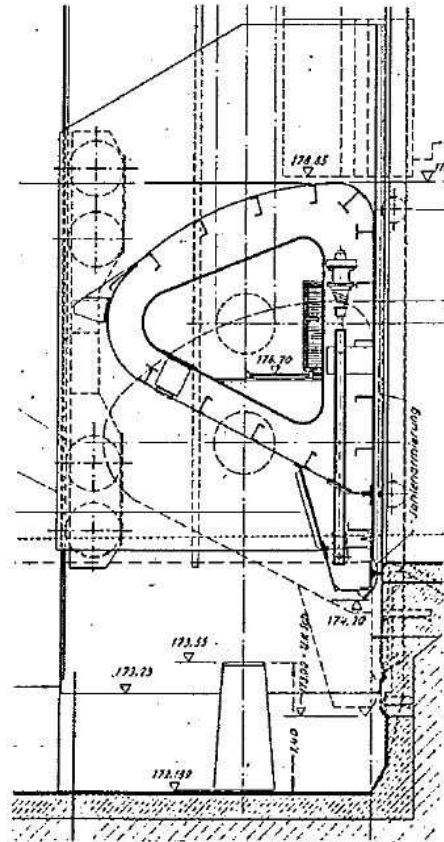
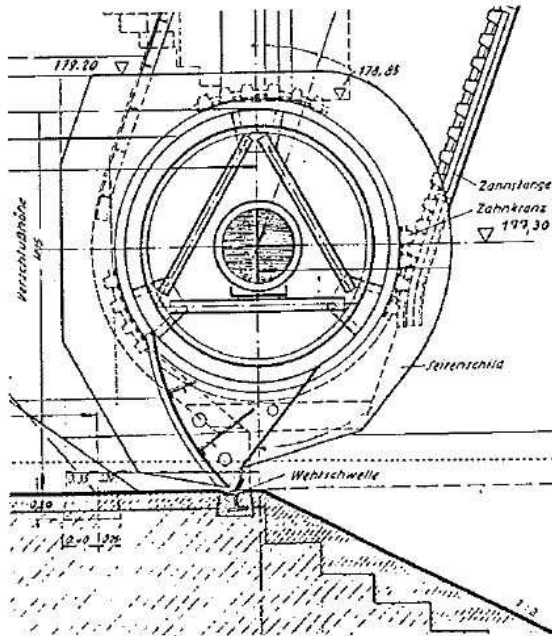


Abb. 4: Beispiel für Normalwalze und Versenkschütz (Wehr Marktbreit)

Darüber hinaus gibt es noch 11 Fischbauchklappen. Zugsegmente wurden lediglich am 5-feldrigen Wehr Kleinostheim eingebaut.

Die breite der Wehrfelder variiert zwischen 11 m und 40 m, wobei die überwiegende Anzahl der Wehrfelder Breiten von 25 m, 30 m oder 35 m aufweisen.

Die Fallhöhe variiert zwischen 2,74 m in Krotzenburg und 7,59 m in Ottendorf.

Von den insgesamt 34 Wehranlagen am Main sind inzwischen 20 Wehre mit 59 Verschlüssen älter als 60 Jahre.

Davon haben 17 Wehre mit 50 Verschlüssen das Alter von 70 Jahren überschritten. 4 Wehranlagen (11 Verschlüsse) sind sogar älter als 80 Jahre.

Wehr	Baujahr	Anzahl	Felder					Breite [ca. m]					Fallhöhe [m]
			1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	
1 Kostheim	1934	3	Versenkwalze	Versenkwalze	Versenkwalze			33	33	33			3,79
2 Eddersheim	1934	3	Versenkwalze	Versenkwalze	Versenkwalze			40	40	40			3,61
3 Griesheim	1932	3	Versenkwalze	Versenkwalze	Versenkwalze			40	40	40			4,49
4 Offenbach	1953	3	Normalwalze	Fischbauchklappe	Normalwalze			40	40	40			3,18
5 Mülheim	1988	3	Fischbauchklappe	Fischbauchklappe	Fischbauchklappe			40	40	40			3,77
6 Krotzenburg	1981	3	Fischbauchklappe	Fischbauchklappe	Fischbauchklappe			36	36	36			2,74
7 Kleinsenheim	1971	5	Zugsegment+K	Zugsegment+K	Zugsegment+K	Zugsegment+K	Zugsegment+K	21	21	21	21	21	6,80
8 Obernau	1930	3	4G-Schütz+K	4G-Schütz+K	4G-Schütz+K			35	35	35			4,01
9 Wallstadt	1930	3	Versenkwalze	Versenkwalze	Versenkwalze			35	35	35			4,00
10 Klingenberg	1930	3	Versenkwalze	Versenkwalze	Versenkwalze			35	35	35			4,00
11 Heubach	1932	3	Versenkwalze	Versenkwalze	Versenkwalze			35	35	35			4,00
12 Freudenberg	1934	3	Normalwalze+K	Normalwalze+K	Normalwalze+K			35	35	35			4,51
13 Faulbach	1935	3	3G-Schütz+K	3G-Schütz+K	3G-Schütz+K			35	35	35			4,51
14 Eichel	1937	3	Normalwalze	Versenkwalze	Normalwalze			30	30	30			4,50
15 Lengfurt	1937	3	Normalwalze	Versenkwalze	Normalwalze			30	30	30			3,99
16 Rothenfels	1937	3	Normalwalze	3G-Schütz+K	Normalwalze			30	30	30			5,26
17 Steinbach	1939	3	Normalwalze	Versenkwalze	Normalwalze			30	30	30			5,14
18 Harzbach	1939	3	Normalwalze	3G-Schütz+K	Normalwalze			30	30	30			4,90
19 Himmelstadt	1939	3	Normalwalze	Versenkwalze	Normalwalze			30	30	30			4,30
20 Erlabrunn	1935	3	Versenkwalze	3G-Schütz+K	Normalwalze			30	30	30			4,15
21 Würzburg	1954	1970	2	Fischbauchklappe	Fischbauchklappe			11	11				2,75
22 Randersacker	1950	3	Versenkwalze	Normalwalze	Normalwalze			25	30	25			3,30
23 Großmannsdorf	1952	3	Normalwalze	Versenkwalze	Normalwalze			25	30	25			3,40
24 Marktbreit	1954	3	Normalwalze	Versenkwalze	Normalwalze			25	30	25			3,31
25 Kitzingen	1955	3	Normalwalze	Versenkwalze	Normalwalze			25	30	25			3,66
26 Dettelbach	1958	3	Normalwalze	3G-Schütz+K	Normalwalze			25	30	25			5,50
27 Volkach	1957	3	Normalwalze	Versenkwalze	Normalwalze			25	25	25			3,20
28 Wipfeld	1951	3	Normalwalze	Versenkwalze	Normalwalze			25	25	25			4,25
29 Garstadt	1955	3	Normalwalze	Kastenschütz+K	Normalwalze			25	25	25			4,75
30 Schweinfurt	1962	2	Kastenschütz+K	Kastenschütz+K				30	30				4,67
31 Ottendorf	1961	2	Fischbauchklappe	Fischbauchklappe				30	30				7,59
32 Knetzgau	1958	3	Normalwalze	Versenkwalze	Normalwalze			23	25	23			4,24
33 Limbach	1951	3	Normalwalze	3G-Schütz+K	Normalwalze			23	23	23			5,36
34 Viereth	1925	2	Normalwalze	Versenkwalze				30	30				6,00

Abb. 5: Wehre am Main – Übersicht

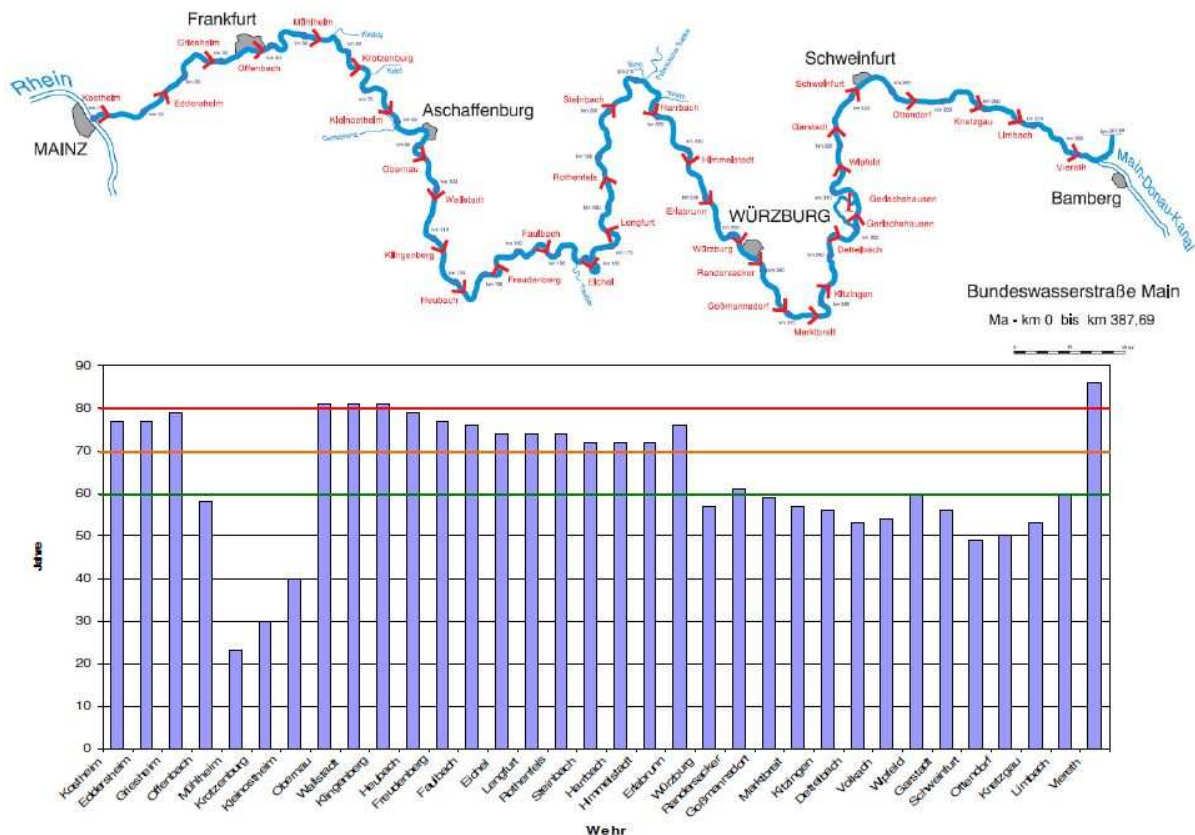


Abb. 6: Altersstruktur der Wehre am Main

Mit den vorhandenen Wehranlagen war über viele Jahre hinweg ein zuverlässiger Betrieb ohne gravierende Störungen möglich.

Allerdings nehmen Verschleißschäden insbesondere bei den Walzen in den letzten Jahren rapide zu. Dies hat vermutlich mehrere Ursachen.

Die Wehre werden heute bei Normalbetrieb vom Kraftwerksbetreiber automatisch gesteuert. Mit dem automatischen System, das auf Wasserstandsänderungen im Oberwasser der Stufe selbsttätig reagiert, wird der Wasserstand zentimetergenau gehalten. Aus den Wehrstellungsaufzeichnungen ist zu erkennen, dass der für die Regulierung des Wasserstandes verwendete Verschluss dadurch ständig über kurze Wege auf und abgefahren wird. Dadurch erfährt der bewegte Teil des Verschlusses jedes Mal Beschleunigungskräfte, die über die Lagerung – bei Walzen über die Zahnkränze – abgeleitet werden müssen.

Zu den Zeiten, als das Wehr noch vor Ort bedient wurde, benötigte der Schichtleiter in der Schleuse oder im Kraftwerk nur einen Bruchteil der heute durch die Automatik verursachten Stellbewegungen, um die Wasserstände in der vorgegebenen Toleranz zu halten, was die Verschlusskörper damals offensichtlich wesentlich schonender beanspruchte.

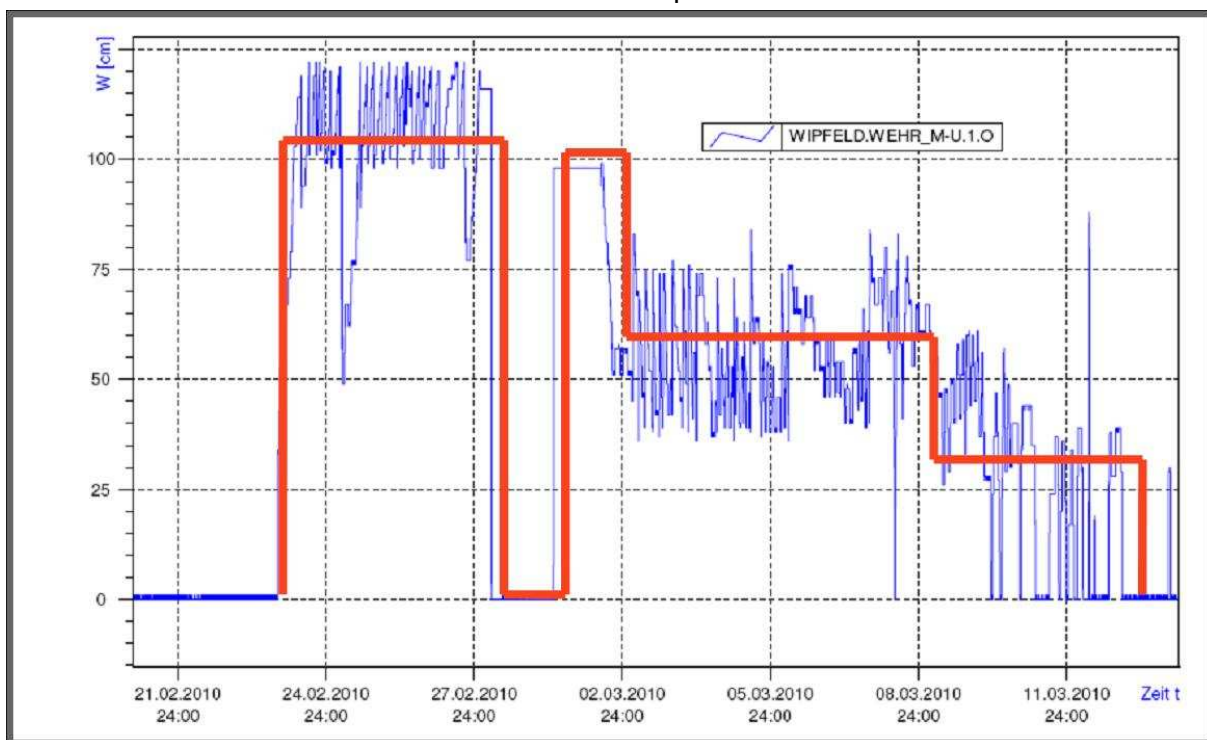


Abb. 7: *Beispiel einer Regulierungskurve: Blau: Verlauf der automatischen Wehrsteuerung; Blau: möglicher Verlauf bei manueller Wehrsteuerung mit wenigen Stellbefehlen*

Hinzu kommt noch eine andere schädlich wirkende Erscheinung, die zu Zeiten, als die Schleusen noch mit Personal besetzt waren, nicht in dem Maße ins Gewicht fiel wie heute. Über- oder unterströmte Verschlüsse neigen bei bestimmten Abflussbedingungen zu Schwingungen, die auch auf das Massivbauwerk übertragen werden. Da die Beschäftigten auf Schleuse oder Kraftwerk diese Schwingungen hautnah wahrgenommen haben, wurden Wehrstellungsbereiche mit Resonanznei-

gung bereits im eigenen Interesse schnell durchfahren oder vermieden. Mit dem vollständigen Abzug des Schleusenpersonals nach Einrichtung der Leitzentralen ist der menschliche Sensor zur Vermeidung der Schwingungsbelastung nicht mehr vorhanden. Durch die „blinde“ automatische Steuerung der Wehre ist es jetzt möglich, dass der Verschlusskörper über einen längeren Zeitraum in einer Position gehalten wird, in der er zu Schwingungen angeregt wird. Auch das kann zu der beobachteten Zunahme an Schäden mit beigetragen haben.

Die Häufigkeit der Stellbefehle und die Schwingungsbelastung werden bei der langen bisherigen Betriebszeit der Wehre als Hauptursache für die extrem schnelle Entwicklung der Schadensbilder gesehen.

Schäden an Wehrwalzen treten besonders an den Zahnkränzen auf. Die Kontaktflächen werden durch die Belastung zunehmend ausgewalzt. Diese plastische Verformung vergrößert das Spiel zwischen Zahnkranz und Zahnstange und begünstigt somit Schwingungsanfälligkeit und Schiefstellungen.

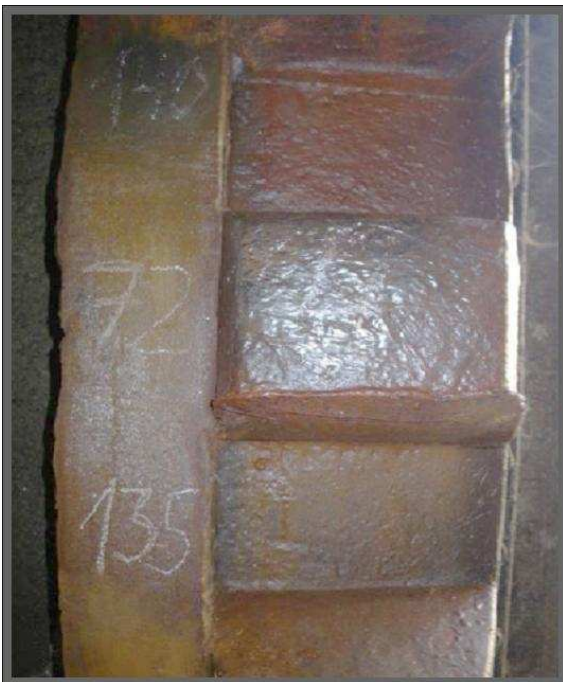


Abb. 8: Verschleiß Zahnstange Viereth L

Bereits mehrere für die Feinregulierung vorgesehene Walzen sind so stark geschädigt, dass sie aus dem Betrieb genommen werden mussten (Steinbach, Rothenfels, Viereth). Die Feinregulierung erfolgt jetzt über ein benachbartes Wehrfeld, dessen Verschluss nicht darauf ausgelegt ist. Dies hat wiederum zur Folge, dass sich auch an diesem Verschluss in absehbarer Zeit erhöhte Verschleißerscheinungen einstellen werden.

Die Zustandsnoten der Wehre bewegen sich zurzeit um die Note 3, teilweise jedoch bereits erheblich schlechter. Eine Tendenz zur Verschlechterung ist erkennbar.

Bei den Wehren am Main besteht daher akuter Handlungsbedarf.

Um den Fortschritt des Verschleißes bis zur Umsetzung von baulichen Maßnahmen zu bremsen, wird zusammen mit dem Kraftwerksbetreiber angestrebt, die Stellschritte der automatischen Steuerung zu reduzieren, ohne die vorgegebenen Toleranzen zu überschreiten und negative Wasserstandsschwankungen in den unterliegenden Stauhaltungen zu erzeugen. Der Kraftwerksbetreiber führt zurzeit Versuche hierzu an den Schleusen Randersacker bis Kitzingen durch.

Am Wehr Steinbach wurden die auftretenden Schwingungen untersucht. Die Auswertung zeigt, dass ganz bestimmte Bereiche der Verschlussstellung besonders zur Schwingungsanregung neigen. Besonders kritisch ist beim Öffnen eines geschlossenen Wehrfeldes das Durchfahren der ersten 50 cm des Stellweges einer Walze. Mit dem Kraftwerksbetreiber wurde daher vereinbart, diesen Bereich bei allen Wehren grundsätzlich zügig zu durchfahren. Allerdings gibt es bei jeder Wehrwalze noch andere charakteristische Schwingungsbereiche, die individuell zu ermitteln sind. Hierzu sollen Schwingungssensoren an den Wehrwalzen angebracht werden. Auch diese Bereiche sollen im Betrieb möglichst gemieden werden.

Mit diesen Maßnahmen kann die Verschlechterung des Zustandes der Wehrwalzen gebremst aber nicht verhindert werden. Für die Planung und Koordinierung der baulichen Maßnahmen, die notwendig sind, um dauerhaft einen sicheren Betrieb der Wehre am Main gewährleisten zu können, soll ein Konzept in 3 Phasen erstellt werden.

Phase 1:

Für Massivbau, Stahlwasserbau und Maschinentechnik aller Wehre werden sämtliche vorliegenden Daten recherchiert und zusammengetragen. Wenn erforderlich, sind weitere Untersuchungen zur Schaffung einer ausreichenden Datengrundlage durchzuführen. Aus der Bewertung der vorliegenden Daten ergibt sich die Prioritätenreihung für Phase 2.

Phase 2:

Auf der in Phase 1 geschaffenen Datengrundlage werden die notwendigen Maßnahmen ermittelt. Möglich wäre die Instandsetzung von Wehrverschlüssen und/oder Massivbau, Ersatz von Verschlüssen mit Maschinentechnik bis hin zum kompletten Neubau einer Wehranlage. Für jede Anlage ist jeweils die insgesamt wirtschaftlichste Variante zu ermitteln.

Phase 3:

Die umzusetzenden Maßnahmen sind in einem Terminplan zu koordinieren. Die Planung muss alle relevanten Restriktionen und Randbedingungen berücksichtigen.

Alle Maßnahmen müssen unter Beachtung des ermittelten Bauwerkszustandes rechtzeitig vor Erreichen der in Phase 1 prognostizierten Restnutzungszeiten umgesetzt werden, um die Gefahr von folgenschweren Betriebsausfällen für die Stauzielregelung zu vermeiden.

Die sich daraus ergebende Anzahl an Maßnahmen, die pro Jahr durchgeführt werden müssen und deren Umfang sind Grundlage für die Ermittlung des erforderlichen Bauleitungspersonals und der für die Außerbetriebnahme eines Wehrfeldes (bei Ersatz des Verschlusses) notwendigen Revisi-

onsverschlüsse. Da die notwendigen Personalressourcen vermutlich nicht bereitgestellt werden können, muss mit einem maximal möglichen Vergabeanteil gerechnet werden.

Kann für den vorhandenen Massivbau keine wirtschaftliche Restnutzungszeit garantiert werden, muss die gesamte Wehranlage ersetzt werden. Dies ist allerdings mit erheblichem planerischem, planungsrechtlichem und zeitlichem Aufwand verbunden, mit der Gefahr der Überschreitung der prognostizierten Restnutzungszeiten und den damit verbundenen Risiken für Betrieb und Sicherheit.

Eine Instandsetzung der alten Verschlüsse ist wegen der Nietkonstruktionen sowie den asbest- und PAK-haltigen Beschichtungen äußerst problematisch, im Regelfall wird daher ein Austausch der Verschlüsse angestrebt werden.

Wegen der „n-1“-Regel kann an einem Wehr nur 1 Wehrfeld über längere Zeit außer Betrieb genommen werden. Der Austausch der Verschlüsse muss in der abflussarmen Jahreszeit (Sommer) erfolgen. An einem Wehr kann daher nur ein Verschluss pro Jahr ersetzt werden.

Die drei Phasen werden nicht strikt nacheinander abgearbeitet, sondern je nach Dringlichkeit bzw. vorläufiger Prioritätenreihung in einzelnen Paketen von 5-7 Wehranlagen.

Aufgrund der extremen Schäden am Regulierungsverschluss des Wehres Viereth musste diese Maßnahme bereits vorgezogen werden. Die Planungen befinden sich inzwischen im Entwurfsstadium.

Für die Erstellung des Konzeptes wird eine Projektgruppe eingesetzt. Im Projekt beteiligt sind das Wasserstraßenneubauamt Aschaffenburg, welches die Projektleitung übernimmt und die beiden objektverantwortlichen Wasser- und Schifffahrtsämter Aschaffenburg und Schweinfurt. Für die maschinentechnischen Belange ist die Fachstelle für Maschinenwesen Süd in Nürnberg eingebunden.

Das Konzept soll bis Ende 2012 für alle Wehre am Main fertig gestellt sein.

Quellenangaben:

Abb.1: Archiv WSD Süd/M3

Abb.2: Archiv WSD Süd/M3

Abb.3: Archiv WSD Süd/M3

Abb.4: Archiv WSD Süd/M3

Abb.5: WSD Süd Verzeichnis der Stau- und Kanalstufen

Abb.6: WSD Süd/M3

Abb.7: Norman Braun WSA Schweinfurt Präsentation „Walzenwehrprobleme am Main“ (2009)

Abb.8: Norman Braun WSA Schweinfurt Präsentation „Walzenwehrprobleme am Main“ (2009)